

Reference 4

JP Patent Appln. Disclosure No. 57-210946 - 24 December 1982

JP Patent Appln. No. 57-046459 - 25 March 1982

Priority: 25 March 1981, GB, 8109364

Applicant: Magnesium Electron Ltd., GB














Title: Magnesium alloy

Reference 4 corresponds to US 4,401,621.

MAGNESIUM ALLOY

Patent number: JP57210946 (A)
Publication date: 1982-12-24
Inventor(s): UIRIAMU ANSUWAASU; JIYON FUREDERITSUKU KINGU;
SUTEFUAN RII BURATSUDOSHIYOU
Applicant(s): MAGNESIUM ELEKTRON LTD
Classification:
- international: C22C23/00; C22C23/06; C22C28/00; C22C23/00; C22C28/00;
(IPC1-7): C22C23/00; C22C28/00
- european: C22C23/06
Application number: JP19820046459 19820325
Priority number(s): GB19810009364 19810325

Also published as:

 JP3072695 (B)
 JP1712351 (C)
 US4401621 (A)
 SE8201879 (A)
 SE456016 (B)
 IT1151520 (B)
 IN157529 (A1)
 FR2502642 (A1)
 DE3210700 (A1)
 CA1196215 (A1)
 BR8201685 (A)
 AU8173082 (A)
 AU544762 (B2)

<< less

Abstract not available for JP 57210946 (A)

Abstract of correspondent: **US 4401621 (A)**

Magnesium alloys for castings having good tensile properties at both ambient and high temperatures and good resistance to creep contain 1.5-10% of yttrium or an yttrium/heavy rare earths mixture and 1-6% of neodymium or a neodymium/lanthanum/praseodymium mixture. The alloys may be heat treated to improve their properties.

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—210946

⑤ Int. Cl.³
C 22 C 23/00
28/00

識別記号
CBH
CBH

庁内整理番号
6411—4K
6411—4K

⑬ 公開 昭和57年(1982)12月24日
発明の数 2
審査請求 未請求

(全 11 頁)

⑭ マグネシウム合金

⑯ 特 願 昭57—46459

⑰ 出 願 昭57(1982) 3 月25日

優先権主張 ⑱ 1981年 3 月25日 ⑲ イギリス
(GB) ⑳ 8109364

㉑ 発 明 者 ウィリアム・アンスワース
イギリス国ランカシャー・ウィ
ガン・アスプル・イルケストン
・ドライブ2

㉒ 発 明 者 ジョン・フレデリック・キング
イギリス国バリー・グリーンマ
ウント・ブルックサイド・クレ

セント19

㉓ 発 明 者 ステファン・リー・ブラッドシ
ヨウ

イギリス国ランカシャー・ボル
トン・レディブリッジ・パーケ
ンヒルズ・ドライブ15

㉔ 出 願 人 マグネシウム・エレクトロン・
リミテッド
イギリス国マンチエスター・ス
ウイントン・クリフトン・ジャ
ンクシオン・ラムズ・レーン
(番地なし)

㉕ 代 理 人 弁理士 青木朗 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

マグネシウム合金

2. 特許請求の範囲

1. 通常の不純物は別として

(a) 少なくともイットリウム 60 重量%と残部重
希土類金属からなるイットリウム成分の 1.5 ない
し 10 重量%;と

(b) 少なくともネオジム 60 重量%とランタン25
重量%以下と実質的に残部プラセオジムとからな
るネオジム成分の 1 ないし 6 重量%;と

残部マグネシウムからなる合金;と
からなる製造用マグネシウム合金。

2. イットリウム成分とネオジム成分の総量が
4 ないし 14 %であることを特徴とする特許請求
の範囲第 1 項記載の製造用マグネシウム合金。

3. イットリウム成分 2.5 ないし 7 %及びネオ
ジム成分 1.5 ないし 4 %、そしてイットリウム成
分とネオジム成分の総量が 6 ないし 8.5 %である
ことを特徴とする特許請求の範囲第 1 項記載の製

造用マグネシウム合金。

4. イットリウム成分 3.5 ないし 9 %及びネオ
ジム成分 2.5 ないし 5 %、そしてイットリウム成
分とネオジム成分の総量が 7.5 ないし 11.5 %で
あることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項記載
の製造用マグネシウム合金。

5. イットリウム成分 3.5 ないし 8 %及びネオ
ジム成分 2 ないし 3.5 %、そしてイットリウム成
分とネオジム成分の総量が 7 ないし 10 %である
ことを特徴とする特許請求の範囲第 1 項記載の製
造用マグネシウム合金。

6. イットリウム成分が少なくとも 7.5 重量%
のイットリウムを含むことを特徴とする特許請求
の範囲第 1 項から第 5 項までのいずれかに記載の
製造用マグネシウム合金。

7. ジルコニウム 1 重量%以下含むことを特徴
とする特許請求の範囲第 1 項から第 6 項までのい
ずれかに記載の製造用マグネシウム合金。

8. カドミウム 1 重量%以下含むことを特徴と
する特許請求の範囲第 1 項から第 7 項までのいす

れかに記載の鋳造用マグネシウム合金。

9. 銅0.15重量%以下あるいは銀1重量%以下を含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項から第8項までのいずれかに記載の鋳造用マグネシウム合金。

10. 次の成分：

トリウム	2.5%以下
リチウム	6%以下
ガリウム	2%以下
インジウム	2%以下
タリウム	5%以下
鉛	1%以下
ビスマス	1%以下
マンガン	2%以下、

の1つ又はそれ以上を含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項から第9項までのいずれかに記載の鋳造用マグネシウム合金。

11. イットリウム成分1.5ないし9%含み、且つ該イットリウム成分が少なくとも62%のイットリウムを含むことを特徴とする特許請求の範囲

15. 前記鋳物が約20時間時効されることを特徴とする特許請求の範囲第13項あるいは第14項に記載のマグネシウム合金鋳物。

16. 前記鋳物が144時間以内時効されることを特徴とする特許請求の範囲第13項あるいは第14項に記載のマグネシウム合金鋳物。

17. 溶体化熱処理あるいは焼入れせずに高温で時効されることを特徴とする特許請求の範囲第13項に記載のマグネシウム合金鋳物。

3. 発明の詳細な説明

本発明はイットリウムとネオジムを含む鋳物に用いるのに適当なマグネシウム合金に関する。

鋳造マグネシウム合金は大気及び高温でも良好な機械的性質が必要とされる宇宙空間で適用される。航空機エンジン又はヘリコプタ回転翼マヤボックス内のマグネシウム合金は例えば200℃又はそれ以上の温度でその強度を保持し又クリープに耐える必要がある。そのような用途のマグネシウム合金はわずかな量、典型的には1.5 - 2.5重量%の銀を含む。銀は高価な成分で通貨として用

第1項から第10項までのいずれかに記載の鋳造用マグネシウム合金。

12. 通常の不純物は別として

(a) 少なくともイットリウム60重量%と残部重希土類金属からなるイットリウム成分の1.5ないし10重量%；と

(b) 少なくともネオジム60重量%とランタン25重量%以下と実質的に残部プラセオジムとからなるネオジム成分の1ないし6重量%；と

残部マグネシウムからなる合金；と
からなる鋳造用マグネシウム合金を鋳造することによって得られるマグネシウム合金鋳物。

13. 溶体化熱処理、焼入れ及び高温で時効を行なうことを特徴とする特許請求の範囲第13項記載のマグネシウム合金鋳物。

14. 溶体化熱処理が固相線の温度以下20℃の温度で実施され、焼入れが水あるいは焼入れ緩和剤の溶液で実施され、そして時効が約200℃の温度で実施されることを特徴とする特許請求の範囲第13項記載のマグネシウム合金鋳物。

いる理由でその価格は異常な変動を招く。銀を含むマグネシウム合金は銀を含まないマグネシウム合金よりも腐食に対する抵抗が低い。

本発明は大気及び高温での良好な引張り特性を有し、そしてクリープに対して抵抗を有し且つ十分な靱性を有する鋳物であって銀を多量に含まないものを得ることが出来るマグネシウム合金を提供することにある。

本発明の1つの目的によれば、通常の不純物は別として

(a) 少なくともイットリウム60重量%と残部重希土類金属からなるイットリウム成分の1.5ないし10重量%；と

(b) 少なくともネオジム60重量%とランタン25重量%以下と実質的に残部プラセオジムとからなるネオジム成分の1ないし6重量%；と

残部マグネシウムからなる合金；と

からなるマグネシウム合金が提供される。

該合金は細粒化剤として例えば1%以下、好ましくは約0.4%又は0.4%以下のジルコニウムを含むのがよい。

イットリウムはランタンナイド系ではないので希土類金属としてここでは考えないことを注目す

べきである。

イットリウム成分は純粋なイットリウムからなるのがよいが、高価な材料なので少なくとも60%イットリウムと残部重希土類金属を含む混合物を用いるのが好ましい。“重希土類金属”は原子番号62又はそれ以上を有する希土類金属である。イットリウム含有成分のイットリウム含有量は少なくとも62%でよく、好ましくは少なくとも75%である。

ネオジム成分は100%ネオジムからなるのがよいがこの水準にネオジウムを純化するのは非常に高価であるので少なくとも60%のネオジムと、ランタン25重量%以下とプラセオジムであるいかなる残部を含む混合物を用いるのが好ましい。このように該混合物は実質的にセリウム又は重希土類金属を含まない。

イットリウム及び／又はネオジム成分は希土類金属混合物を含む場合上述のように同合金は該合金溶解物にイットリウム及び／又はネオジウムを純金属として添加しそして希土類金属を別途添加す

ることによって、あるいはイットリウムとネオジウムを希土類金属を含む混合物として添加することによって得られることが理解される。その2つの方法によって作られる合金は本発明の特許請求の範囲内で、該合金の化合物に関連し該合金の種々の成分が溶解物に添加される方法に関連のない用語“イットリウム成分”及び“ネオジム成分”を考慮すべきである。

しかしながら、実際必要なら重希土類金属と一緒にイットリウムは普通添加されそしてネオジウムは該ネオジム成分の上記特定の希土類金属とともに添加される。

イットリウム成分の含有量は1.5ないし9%でよく一方ネオジム成分はランタン10%以下含んでいけばよい。

本発明の実施態様において、イットリウムとネオジウム成分の総含有量は4ないし14%である。本発明の合金は広い温度範囲にわたって良好な引張特性と、十分な靱性を保有し且つクリープに対する高い抵抗を得ることが出来る。上記特定され

た成分範囲内でイットリウムとネオジム成分のある含有量は特定の好ましい特性の組合せを作り出すことが出来る。このように、本発明の一つの実施態様によればイットリウム成分の含有量は2.5-7%でネオジム成分のそれは1.5-4%であり、従ってイットリウムとネオジム成分の総含有量は6-8.5%である。この範囲内の合金は大気及び高温での高い引張特性を与え、すくなくとも容易に得られる銀含有高強度マグネシウム合金から得られる該特性に等しい。

他の実施態様によればイットリウム成分含有量は3.5ないし9%でネオジム成分含有量は2.5ないし5%でありイットリウムとネオジウムの総量が7.5ないし11.5%である。この範囲内の合金は300℃以下又はそれ以上の高温でクリープ抵抗を含めて非常に良好な機械的特性を与える。ただ本発明の他の合金と比較して靱性が低い。特に良好な機械的性質はこの態様の合金中にジルコニウムのない場合に得られる。

また他の実施態様によればイットリウム成分含

有量は3.5ないし8%でネオジム成分は2ないし3.5%であり、イットリウムとネオジム成分の総量は7-10%である。この範囲内の合金は大気及び高温で好ましい機械的性質と又良好な靱性を有し多くの工学に高く応用される。

該合金に混合してもよい他の元素は1%以下のカドミウム又は1%以下の銀又は0.15%以下の銅である。以下の成分の1つ又はそれ以上がそれぞれの溶解度で構成される量で存在してもよい。

トリウム	0-2%
リチウム	0-6%
ガリウム	0-2%
インジウム	0-2%
タリウム	0-5%
鉛	0-1%
ビスマス	0-1%
マンガン	0-2%

亜鉛はイットリウムと結合してイットリウムを有する安定した金属間化合物を形成し、化合物中のイットリウムの効果を無にするので亜鉛は実質

的に存在しないのがよい。

本発明の合金は従来の方法で作られてよい。イットリウム成分の金属は一般に比較的高い融点を有するので、マグネシウムと添加される高率の金属からなる硬化剤合金の形態で該合金は好ましく溶解物に添加される。ネオジム成分はマグネシウム硬化剤合金の形態で添加されてもよい。

溶解はマグネシウム合金に通常用いられる技術、すなわち保護フラックス又は CO_2/BF_3 又は空気/ SF_6 のような保護雰囲気下で実施される場合イットリウムの望ましくない損失がフラックス又は優先酸化との反応により生じる。従って、アルゴンのような適当な不活性雰囲気下で溶解を行なうのが好ましい。

本発明の合金は従来の方法で鑄造され鑄造製品を形成してもよい。鑄造は一般的に熱処理を要し最適な機械的性質を得る。一つの熱処理の形態は(通常合金の固相線温度より約20℃以下)最も高い実施可能な温度で溶体化熱処理を含み続いて焼入れ及び高温での時効が行なわれる。適当な熱

処理の一つ例では525℃8時間に該鑄物を保持し、水、あるいはUCONのような焼入緩和剤の水溶液のような適当な媒質に急速冷却されそして約200℃20時間で時効された。しかしながら、高温で長時間、例えば144時間以下の時効によって本発明の少なくとも2、3の合金に引張特性の増加を得ることが出来ることがわかった。

また容易な熱処理によって鑄造し合金の特性を改良出来ることがわかった。該鑄造合金は溶体化熱処理又は焼入れもしないで例えば200℃20時間時効してもよく該合金の強度がかなり増大ししかも良好な水準の靱性が得られる。

本発明に係る合金を比較の他の合金とともに以下の実施例に示す。

実施例

第1表で与えられる添加元素を有するマグネシウム合金を試験片に鑄造し該試験片を第1表に示すように熱処理した。その表に単に“Nd”として示されたNd成分は少なくとも60重量%のネオジム、実質的に無のセリウム、10%以下のランタ

ン及び残部プラセオジムを含んでなる希土類混合物であった。“Y”で示されるイットリウム成分は何も述べないならば純粋のイットリウムであった。降伏応力、最大引張応力及び伸びは標準方法で室温で測定されそしてその結果を第1表に示す。これらの特性はいくつかの該合金で250℃で測定した。その結果を第2表に示す。2.5%銀でイットリウムを含まない公知のマグネシウム合金QE22とQH21の結果を比較のために示す。

いくつかの合金の機械的性質も約250℃で測定されその結果を第3表に示す。

他の合金、表16の室温及び高温での結果を第4表に示す。その表で“HRE”は重希土類金属を意味す。この合金中にはイットリウムと重希土類金属を混合物として添加した。

他の合金を鑄造し、熱処理しそして20℃、250℃、300℃、325℃そして350℃で同様にテストを行なった。その結果を第5表に示す。比較結果をQE22、QH21及びEQ21(ネオジム成分2%と1.5%銀を含むマグネシウム合金)

そしてRR350(クリープに対して高抵抗を有するアルミニウム合金)で示す。

合金試験片を鑄造しそして同様に熱処理しそして23N/mm²の応力を用いて300℃で標準クリープ試験された。0.2%クリープ歪に達する時間を測定しその結果をRR350とZT1(亜鉛とトリウムを含み、クリープに対する高抵抗を有することが公知の希土類金属を含まないマグネシウム合金)を含めて第6表に示す。

以下の結果がこれらのテスト結果から導びかれる。

1. 細粒化剤としてジルコニウムを含む本発明に係る合金の室温降伏応力とQE22とQH21のそれを比較した(QE22の特定最小室温降伏応力は175N/mm²である)。該室温の最大引張り強度はQE22とQH21のそれより非常に高かった。
2. 本発明に係る合金は高温での機械的性質はQE22とQH21、特に高イットリウム含有より非常に良好であった。QE22とQH21の機械的性質は250℃以上で急に低下するが本発明の合金の

場合はかなり維持される。

3. 少なくとも80%、好ましくは機械的性質を失わずコストを大きく下げ得る少なくとも75%のイットリウムを含むイットリウムと重希土類金属の混合物とに純粋なイットリウムを代えても良い。

4. 合金1-3の結果でジルコニウムが除去され良好な結果がなされる。イットリウムそれ自身は合金中で細粒化剤として作用する。

5. 大気及び高温での特に良好な引張り特性は2.5ないし7%のイットリウム、1.5ないし4%のネオジム成分且つ6ないし8.5%のイットリウムとネオジム成分の総量の含有量で得られる。

6. クリープ抵抗を含めた300℃及びそれ以上の温度での非常に良好な機械的性質は、3.5ないし9%のイットリウム成分、2.5ないし5%のネオジム成分そして7.5ないし11.5%のイットリウムとネオジム成分の総量で特にジルコニウムがない場合に得られる。しかしながらこれらの合金の靱性は低い傾向を有する。

(亜鉛と希土類金属を含むマグネシウム合金)及びAZ91(マグネシウムと亜鉛を含むマグネシウム合金)の比較結果を含めて第8表に示す。

鍛造でのマイクロポロシティをテストするため本発明に係る合金で標準スピタラー(Spitaller)箱底連続鍛造テストが行なわれ該テストでサンプルが鍛造されレントゲン写真に映されたその結果を比較のためのQE22の結果とともに第9表に示す。結果AAはマイクロポロシティで影響された面積であり、MRは影響を受けた面積中のマイクロポロシティの最大ASTM値である。本願に係る合金の結果は複合航空宇宙空間成分で用いる良好な鍛造特性として認められているQE22の結果より優れている。

本発明に係る合金は28日間、水酸化マグネシウムで飽和した3%塩化ナトリウム溶液に浸漬(“浸漬”テスト)することによって、そして合金が塩スプレー及び暴露(“RAE”テスト)がなされる王立航空機制定テストで腐食のテストがなされた。その結果を合金QE22とRZ5の結果とと

7. 本発明の合金間の成分の次の範囲によって多くの応用工学に望ましい良好な靱性と高い機械的性質のものが得られる。その成分は3.5-8%のイットリウム成分、2-3.5%のネオジム成分及び7-10%のイットリウムとネオジム成分の総量である。

比較によれば希土類金属と亜鉛を含みイットリウムを含まない公知のマグネシウム合金RZ5は非常に低い引張り特性を有する。例えば室温でのRZ5での特定の最小降伏応力は135N/mm²であり本発明の合金はかなり高い降伏応力を有する。

他のテストでは、第7表に示される合金を鍛造し、表に示される方法で熱処理し室温でテストした。溶体化熱処理と焼入れ後、引張り特性は高温での長い時効、少なくとも200℃、144時間以下で改良される。更に又溶体化熱処理も焼入れもしない焼放しままの合金での時効によって著しい機械的性質を得た。

鍛造挙動を調べるために本発明に係る合金を流動性試験鍛造テストしその結果を、QE22,ZE63

もに第10表に示す。該RZ5は高温での簡単な時効によって熱処理がなされ他は溶体化熱処理と焼入れ後時効された。第10表に示される結果はRZ5を1にとって単位面積、単位時間につき腐食される合金の量を示している。本発明に係る合金の腐食率はRZ5とQE22よりも著しく低い。

以下余白

第 1 表

合金名	種 類	化 学 成 分 %						熱 処 理			引張特性 (N/mm ²)		
		Y	Nd	Zr	Cd	Cu	Ag	溶 体 化	焼 入	時 効	YS	UTS	E %
1	YED 5,2,2 $\frac{1}{2}$	4.8	2.1	<0.1	0.53	-	-	8hrs 535°C	H.W.Q.	20hrs 200°C	156	251	3
2	YED 5,2,2	4.8	2.1	#	1.25	-	-	#	#	#	159	231	2
3	YED 5,3,2 $\frac{1}{2}$	5.2	3.3	#	0.41	-	-	8hrs 525°C	30%UCON	#	185	248	2
4	YEK 4,2,1	4.3	2.0	0.46	-	-	-	8hrs 535°C	H.W.Q.	#	163	308	8
5	YEK 4,4,1	3.7	3.7	0.38	-	-	-	#	#	#	188	302	3
6	YEK 3,5,1	3.2	5.0	0.43	0.02	-	-	#	#	#	193	299	2
7	YEKD 2,4,1,2 $\frac{1}{2}$	1.8	3.9	0.41	0.58	-	-	#	#	#	171	279	3
8	YEKD 4,2,1,2 $\frac{1}{2}$	3.8	1.9	0.38	0.49	-	-	#	#	#	158	282	5
9	YEKD 4,3,1,2 $\frac{1}{2}$	3.9	2.9	0.43	0.55	-	-	#	#	#	181	312	5
10	YEKD 3,4,1,2 $\frac{1}{2}$	3.4	4.0	0.38	0.40	-	-	#	#	#	185	279	1 $\frac{1}{2}$
11	YEKD 6,3,1,2 $\frac{1}{2}$	5.5	3.5	0.38	0.44	-	-	8hrs 525°C	30%UCON	#	215	308	2 $\frac{1}{2}$
12	YEKC 4,2,1 (0.1)	4.2	2.0	0.40	<0.1	(0.1)	-	16hrs 475°C	H.W.Q.	#	179	286	7
13	YEKC 3,4,1 (0.1)	3.4	3.9	0.42	#	(0.1)	-	#	#	#	171	249	1
14	YEKQ 4,3,1,2 $\frac{1}{2}$	4.2	2.6	0.38	#	-	(0.5)	8hrs 535°C	#	#	173	328	7
	QE 22	-	2.0	0.6	-	-	2.5	8hrs 525°C	#	#	205	265	4
	QH 21	-	1	0.6	-	1 (トリウム)	2.5	#	#	#	210	270	4

第 2 表

合金名	種 類	化 学 成 分 %							溶体化処理 温度/時間	250°Cでの引張特性		
		Y	Nd	Zr	Cd	Cu	Ag	Th		Y.S. (N/mm ²)	UTS (N/mm ²)	E %
-	QE 22	-	(2)	(0.6)	-	-	(2 $\frac{1}{2}$)	-	8hr 525°C	122	160	30
-	QH 21	-	(1)	(0.6)	-	-	(2 $\frac{1}{2}$)	(1)	8hr 525°C	167	185	16
3	YED 5,3,2 $\frac{1}{2}$	5.2	3.3	<0.1	0.41	-	-	-	8hr 525°C	167	266	8
5	YEK 4,4,1	3.7	3.7	0.38	-	-	-	-	8hr 535°C	162	265	11
6	YEK 3,5,1	3.2	5.0	0.43	0.02	-	-	-	#	178	266	5
7	YEKD 2,4,1,2 $\frac{1}{2}$	1.8	3.9	0.41	0.58	-	-	-	#	155	230	6
9	YEKD 4,3,1,2 $\frac{1}{2}$	3.9	2.9	0.43	0.55	-	-	-	#	158	256	12
10	YEKD 3,4,1,2 $\frac{1}{2}$	3.4	4.0	0.38	0.40	-	-	-	#	173	265	6 $\frac{1}{2}$
11	YEKD 6,3,1,2 $\frac{1}{2}$	5.5	3.5	0.38	0.44	-	-	-	#	193	287	2
12	YEKC 4,2,1 (0.1)	4.2	2.0	0.40	<0.1	(0.1)	-	-	16hr 475°C	142	240	17.5
13	YEKC 3,4,1 (0.1)	3.4	3.9	0.42	<0.1	(0.1)	-	-	8hr 475°C	144	210	5
14	YEKQ 4,3,1,2 $\frac{1}{2}$	4.2	2.6	0.38	<0.1	-	(0.5)	-	8hr 535°C	152	254	17

かっこ内の化学成分分析値は微量である。

第 3 表

合金名	種 類	化 学 成 分				各温度での機械的性質				
		Y	Nd	Zr	Cd	温度℃	Y.S.(N/mm ²)	UTS (N/mm ²)	E%	0.2/100
-	QE 22	2.5%Ag-2.0%Nd-0.6%Zr				20	205	266	4	-
						250	122	160	30	32
						300	70	80	62	-
-	QH 21	2.5%Ag-1%Nd-1%Ti-0.6%Zr				20	210	270	4	-
						250	167	185	16	38
						300	120	131	19	-
15	YEKD 931 $\frac{1}{2}$	8.1	3.1	0.51	0.6	20	235	295	$\frac{1}{2}$	-
						250	208	320	2	42
						300	176	242	3 $\frac{1}{2}$	23
						325	161	204	3	-
						350	131	169	8 $\frac{1}{2}$	-
11	YEKD 631 $\frac{1}{2}$	5.5	3.5	0.38	0.44	20	215	306	$\frac{3}{4}$	-
						250	193	287	2	-
						300	176	218	13	-
						325	156	182	13	-

第 4 表

合 金 名	種 類	化 学 成 分 %					各温度での引張特性			
		Y	Nd	HfE	Zr	Cd	温 度℃	YS(N/mm ²)	UTS(N/mm ²)	E%
16	YEKD 5,3,1, $\frac{1}{2}$ (62)	2.8	3.6	1.7	0.47	0.5	20	183	254	1 $\frac{1}{2}$
							250	154	238	4
1.0	YEKD 3,4,1, $\frac{1}{2}$	3.4	4.0	-	0.38	0.40	20	185	279	1 $\frac{1}{2}$
							250	173	265	6 $\frac{1}{2}$
	QE 22	2.5% Ag - .0% Nd - 0.6% Zr					20	205	266	4
							250	122	160	3.0

第 5 表

種 類	化学成分 %						熱 処 理			各温度での引張特性(N/mm ²)		
	Y	Nd	Zr	Cd	Cu	HRE	溶体化処理	焼入れ	時 効	20℃		
										YS	UTS	E%
YE 5 $\frac{1}{2}$, 3	5.5	2.8	-	-	-	-	8h 525℃	UCON	20h 200℃	194	243	$\frac{1}{2}$
YE 5 $\frac{1}{2}$, 3	5.4	3.0	-	-	-	-	8h 535℃	HWQ	" "	190	282	1
YED 5.2, $\frac{1}{2}$	4.8	2.1	-	0.5	-	-	8h 535℃	HWQ	" "	156	251	3
YED 5.3 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$	5.2	3.3	-	0.4	-	-	8h 525℃	UCON	" "	185	248	2
YED 5.3, $\frac{1}{2}$	5.5	2.9	-	0.5	-	-	" "	UCON	" "	194	244	$\frac{3}{4}$
YEK 2 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$, 1	2.4	3.6	0.7	-	-	-	8h 535℃	UCON	" "	153	295	3 $\frac{1}{2}$
YEK 2 $\frac{1}{2}$, 2, 1	2.5	1.8	0.7	-	-	-	" "	UCON	" "	135	295	9 $\frac{1}{2}$
YEK 3, 5, 1	3.2	5.0	0.4	-	-	-	" "	HWQ	" "	193	299	2
YEK 3 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$, 1	3.7	3.7	0.4	-	-	-	" "	HWQ	" "	188	302	3
YEK 4, 1 $\frac{1}{2}$, 1	3.8	1.7	0.6	-	-	-	" "	UCON	" "	154	309	10
YEK 4, 3, 1	3.8	2.8	0.6	-	-	-	" "	UCON	" "	191	330	4
YEK 4, 1 $\frac{1}{2}$, 1	3.9	1.7	0.4	-	-	-	8h 525℃	UCON	" "	159	301	8
YEK 4 $\frac{1}{2}$, 2, 1	4.3	2.0	0.5	-	-	-	8h 535℃	HWQ	" "	163	308	8
YEK 5, 2, 1	5.0	1.8	0.6	-	-	-	8h 525℃	UCON	" "	180	319	8
YEK 5 $\frac{1}{2}$, 3, 1	5.5	3.0	0.4	-	-	-	8h 535℃	HWQ	" "	212	335	2
YEK 6 $\frac{1}{2}$, 1 $\frac{1}{2}$, 1	6.3	1.5	0.6	-	-	-	8h 525℃	UCON	" "	195	303	3
YEKD 2, 4, 1, $\frac{1}{2}$	1.8	3.9	0.4	0.6	-	-	8h 535℃	HWQ	" "	171	279	3
YEKD 3 $\frac{1}{2}$, 2, 1, $\frac{1}{2}$	3.4	1.9	0.6	0.5	-	-	" "	UCON	" "	159	288	6
YEKD 3 $\frac{1}{2}$, 4, 1, $\frac{1}{2}$	3.4	4.0	0.4	0.4	-	-	" "	HWQ	" "	185	279	1 $\frac{1}{2}$
YEKD 4, 2, 1, $\frac{1}{2}$	3.8	1.9	0.4	0.5	-	-	" "	HWQ	" "	158	282	5
YEKD 4, 3, 1, $\frac{1}{2}$	3.9	2.9	0.4	0.6	-	-	" "	HWQ	" "	181	312	5
YEKD 5 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$	5.5	3.5	0.4	0.4	-	-	" "	UCON	" "	215	306	$\frac{3}{4}$
YEKD 6, 1 $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$	6.0	1.5	0.6	0.5	-	-	8h 525℃	UCON	" "	188	322	5
YEKD 8, 3, 1, $\frac{1}{2}$	8.1	3.1	0.6	0.5	-	-	" "	UCON	" "	235	295	$\frac{1}{2}$
YEKC 3 $\frac{1}{2}$, 4, 1, 0	3.4	3.9	0.4	-	(01)	-	16h 475℃	HWQ	" "	171	249	1
YEKC 4, 2, 1, 0	4.2	2.0	0.4	-	(01)	-	" "	HWQ	" "	179	286	7
YEKC 4 $\frac{1}{2}$, 3, 1, 0	4.6	2.9	0.5	-	(01)	-	8h 500℃	UCON	" "	202	317	3 $\frac{1}{2}$
Y(62) K 8, 1	5.0	-	0.5	-	-	3.0	8h 525℃	UCON	" "	165	260	2

第 5 表 (続 き)

種 類	化学成分 %						熱 処 理			各温度での引張特性(N/mm ²)		
	Y	Nd	Zr	Cd	Cu	HRE	溶体化処理	焼入れ	時 効	20℃		
										YS	UTS	E%
Y(62) EK 2 $\frac{1}{2}$, 2, 1	1.6	1.9	0.6	-	-	(1.0)	8h 535℃	UCON	20h 200℃	139	269	5
Y(62) EK 3 $\frac{1}{2}$, 2, 1	2.2	1.9	0.5	-	-	(1.4)	8h 525℃	UCON	" "	159	291	6
Y(62) EK 3 $\frac{1}{2}$, 2, 1	2.2	1.9	0.5	-	-	(1.4)	" "	UCON	" "	156	257	3
Y(62) EK 4 $\frac{1}{2}$, 2, 1	2.7	1.9	0.6	-	-	(1.7)	" "	UCON	" "	169	289	3
Y(62) EKD 3 $\frac{1}{2}$, 2, 1, $\frac{1}{2}$	2.1	1.9	0.6	0.4	-	(1.3)	8h 535℃	UCON	" "	162	272	3 $\frac{1}{2}$
Y(62) EKD 4 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$	2.8	3.6	0.5	0.5	-	(1.7)	8h 525℃	UCON	" "	183	254	1 $\frac{1}{2}$
QE 22										205	266	4
QH 21										210	270	4
EQ 21										195	260	4
RR 350										233	258	1

第 5 表 (続 き)

種 類	各温度での引張特性 (N/mm ²)											
	250℃			300℃			325℃			350℃		
	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%
YE 5 $\frac{1}{2}$.3	153	250	9 $\frac{1}{2}$	139	200	7						
YE 5 $\frac{1}{2}$.3	-	-	-	-	-	-						
YED 5.2. $\frac{1}{2}$												
YED 5.3 $\frac{1}{2}$. $\frac{1}{2}$	167	266	8									
YED 5 $\frac{1}{2}$.3. $\frac{1}{2}$	154	257	9	152	196	6 $\frac{1}{2}$						
YEK 2 $\frac{1}{2}$.3 $\frac{1}{2}$.1	143	243	10	130	168	8						
YEK 2 $\frac{1}{2}$.2.1												
YEK 3.5.1	178	266	5									
YEK 3 $\frac{1}{2}$.3 $\frac{1}{2}$.1	162	265	11									
YEK 4.1 $\frac{1}{2}$.1	121	215	19 $\frac{1}{2}$	92	175	17						
YEK 4.3.1	154	252	9	126	174	11 $\frac{1}{2}$						
YEK 4.1 $\frac{1}{2}$.1												
YEK 4 $\frac{1}{2}$.2.1												
YEK 5.2.1	162	234	17 $\frac{1}{2}$	99	182	20						
YEK 5 $\frac{1}{2}$.3.1	-	-	-	-	-	-						
YEK 6 $\frac{1}{2}$.1 $\frac{1}{2}$.1	151	234	9 $\frac{1}{2}$	104	180	13						
YEKD 2.4.1. $\frac{1}{2}$	155	230	6									
YEKD 3 $\frac{1}{2}$.2.1. $\frac{1}{2}$				102	165	16						
YEKD 3 $\frac{1}{2}$.4.1. $\frac{1}{2}$	173	265	6 $\frac{1}{2}$									
YEKD 4.2.1. $\frac{1}{2}$												
YEKD 4.3.1. $\frac{1}{2}$	158	256	12									
YEKD 5 $\frac{1}{2}$.3 $\frac{1}{2}$.1. $\frac{1}{2}$	193	287	2	176	218	13	156	182	13			
YEKD 6.1 $\frac{1}{2}$.1. $\frac{1}{2}$	151	236	6	105	184	15						
YEKD 8.3.1. $\frac{1}{2}$	208	320	2	176	242	3 $\frac{1}{2}$	161	204	3	131	159	8 $\frac{1}{2}$

第 5 表 (続 き)

種 類	各温度での引張特性 (N/mm ²)											
	250℃			300℃			325℃			350℃		
	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%
YEKC 3 $\frac{1}{2}$.4.1.0	144	210	5									
YEKC 4.2.1.0	142	240	17.5									
YEKC 4 $\frac{1}{2}$.3.1.0	158	239	4	117	188	7 $\frac{1}{2}$						
Y(62) K 8.1	136	216	14	109	180	11						
Y(62) EK 2 $\frac{1}{2}$.2.1												
Y(62) EK 3 $\frac{1}{2}$.2.1												
Y(62) EK 3 $\frac{1}{2}$.2.1												
Y(62) EK 4 $\frac{1}{2}$.2.1	131	209	5	106	163	8						
Y(62) EKD 3 $\frac{1}{2}$.2.1. $\frac{1}{2}$	130	218	12	113	161	12						
Y(62) EKD 4 $\frac{1}{2}$.3 $\frac{1}{2}$.1. $\frac{1}{2}$	154	238	4									
QE 22	122	160	30	70	80	62						
QH 21	167	185	16	120	131	19						
EQ 21	152	166	15	115	128	10						
RR 350	144	185	3	113	151	4 $\frac{1}{2}$				83	114	6 $\frac{1}{2}$

第 6 表

種 類	化 学 成 分 %					クリープ歪0.2%迄の時間 (HRS) (1)
	Y	Nd	Zr	Cd	HfE	
YE $3\frac{1}{2}$, 5	3.7	5.0	-	-	-	954
YE $5\frac{1}{2}$, 3	5.5	2.8	-	-	-	1850
YEK $3\frac{1}{2}$, 5, 1	3.7	5.0	0.5	-	-	27
YEK 4, $1\frac{1}{2}$, 1	3.8	1.7	0.6	-	-	204
YEK 4, 3, 1	3.8	2.8	0.6	-	-	155
YEK 5, 2, 1	5.0	1.8	0.6	-	-	170
YEK $6\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, 1	6.3	1.5	0.6	-	-	59
YEK $6\frac{1}{2}$, 3, 1	6.4	3.0	0.5	-	-	152
YEKD $3\frac{1}{2}$, 4, 1, $\frac{1}{2}$	3.4	4.0	0.4	0.4	-	44
YEKD 6, $1\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$	6.0	1.5	0.6	0.5	-	17
YEKD 8, 3, 1, $\frac{1}{2}$	8.1	3.1	0.6	0.5	-	120
Y(62) K 8, 1	5.0	-	0.5	-	(3.0)	124
Y(62) EK $4\frac{1}{2}$, 2, 1	2.7	1.9	0.6	-	(1.7)	78
Y(75) EK $8\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, 1	6.5	2.4	0.5	-	(2.2)	132
Y(62)EKD $3\frac{1}{2}$, 2, 1, $\frac{1}{2}$	2.1	1.9	0.6	0.4	(1.3)	79
ZT1	M. E. L. DATA (例)					100
RR350	R. R. DATA (例)					3000

第 7 表

種 類	化 学 成 分 %			試験片の タイプ	熱 処 理			R.T. 引張特性 (N/mm ²)	
	Y	Nd	Zr		溶体化処理	焼入れ	時 効	Y.S.	U.T.S.
YEK $5\frac{1}{2}$, 3, 1	5.3	3.2	0.45	HF	8h 517C	H.W.Q.	20h 200C	200	315
					"	"	35h 200C	205	310
					"	"	144h 200C	232	312
				DTD	8h 517C	H.W.Q.	20h 200C	216	298
					"	"	144h 200C	229	293
YEK $5\frac{1}{2}$, 3, 1	5.68	2.92	0.56	HF	AS	CAST	-	146	230
					AS	CAST	20h 200C	174	262
					8h 535C	H.W.Q.	20h 200C	208	340
				DTD	AS	CAST	20h 200C	191	236
					8h 535C	H.W.Q.	20h 200C	209	316

第 8 表

合 金	780℃での減長率(%)
ZE63	80
AZ91	100
QE22	69
YEK 5 $\frac{1}{2}$.2.1	94

第 9 表

合 金	PLATE D ¹		PLATE E		PLATE F	
	AA ²	MR ²	AA	MR	AA	MR
QE22	50	7	80	4	50	7
YEK 5 $\frac{1}{2}$.2.1	50	5	20	2	50	6

第 10 表

合 金	平均腐食率	
	浸 漬	RAN テスト
YEK 5.1.1	0.6	0.7
YEK 5 $\frac{1}{2}$.1 $\frac{1}{2}$.1	0.6	0.7
ZE5	1	1
QE22	2.6	9